

	Transformatoren und Drosselspulen Bestimmung der Geräuschpegel (IEC 551 : 1987, modifiziert) Deutsche Fassung HD 399 S2 : 1991	DIN VDE 0532 Teil 7
Diese Norm enthält die Fassung des Europäischen Harmonisierungsdokumentes HD 399 S2 Diese auch vom Vorstand des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE) e.V. genehmigte Norm ist damit zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist unter obenstehender Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekanntgegeben worden. Transformers and reactors; Measurement of sound levels (IEC 551 : 1987, modified); German version HD 399 S2 : 1991 Beginn der Gültigkeit Diese Norm (VDE-Bestimmung) gilt ab 1. Januar 1992. Entwurf war veröffentlicht als DIN 45635 Teil 30/12.85. Die Änderung der Norm-Nummer wurde bekanntgegeben in DIN-Anzeiger f. techn. Regeln 3/91 – DIN-Mitt. 70.1991 und etz Bd. 112 (1991) Heft 4. Ersatz für DIN 45635 Teil 30/04.81 Fortsetzung Seite 2 und 21 Seiten HD-Norm Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)		

Nationales Vorwort

Zuständig für dieses Harmonisierungsdokument ist in Deutschland das Komitee 321 „Transformatoren“ der Deutschen Elektrotechnischen Kommission im DIN und VDE (DKE), von dem die Übersetzung zur Veröffentlichung autorisiert wurde.

Der Norm-Entwurf zu dieser Norm wurde als DIN 46635 Teil 30/12.85 als unveränderte Übernahme des Schriftstückes IEC 14(CO)58 veröffentlicht. Zu der daraus erschienenen IEC-Publikation 551 (1987), 2. Ausgabe, „Determination of transformer and reactor sound levels“, erfolgte in CENELEC eine Umfrage zwecks Übernahme. Das Ergebnis dieser Umfrage waren gemeinsame Abänderungen, insbesondere Abschnitt 2.4 (neue Benummerung), Abschnitt 5.2, Anmerkung 4, und Abschnitt 5.2.2 sowie Hinzufügen der Bilder 7 und 8. Diese gemeinsamen Abänderungen sind durch einen senkrechten Strich am Seitenrand gekennzeichnet.

Die wesentlichen sachlichen Änderungen zu DIN 46635 Teil 30 sind die Anwendung der Norm auch bei Trockentransformatoren und die Festlegung einer neuen Formel zur Berechnung des Meßflächenmaßes bei Ventilatorbetrieb. Diese Formel stellt eine aussagefähige Schalleistungsbestimmung sicher, auch bei langgestreckten Transformatoren, wie sie in Deutschland vielfach eingesetzt werden.

Außerdem wurden verschiedene in der Zwischenzeit erschienene ISO-Dokumente, in denen Geräuschmessungen behandelt wurden, berücksichtigt. Die Folgeausgabe enthält deshalb Änderungen bezüglich der Übereinstimmung in den Bezeichnungen von Schallgrößen zwischen IEC und ISO sowie Hinweise auf inzwischen erschienene Dokumente und eine Neufassung der Definitionen.

Die im Harmonisierungsdokument zitierten Internationalen Normen entsprechen folgenden Deutschen Normen:

IEC 76	Normen der Reihe DIN VDE 0532
IEC 76-1	DIN VDE 0532 Teil 1
IEC 298	DIN VDE 0532 Teil 20
IEC 651	DIN VDE 651
IEC 726	DIN VDE 0532 Teil 6
ISO 3746	DIN 45635 Teil 1

Zitierte Normen

- in der Deutschen Fassung:
Siehe Seite 5
- in nationalen Zusätzen:

Normen der Reihe

DIN VDE 0532	Transformatoren und Drosselspulen
DIN VDE 0532 Teil 1	Transformatoren und Drosselspulen; Allgemeines
DIN VDE 0532 Teil 20	Transformatoren und Drosselspulen; Drosselspulen und Sternpunktbildner
DIN IEC 651	Schallpegelmesser
DIN VDE 0532 Teil 6	Transformatoren und Drosselspulen; Trockentransformatoren
DIN 45635 Teil 1	Geräuschmessung an Maschinen; Luftschallmessung; Hüllflächen-Verfahren; Rahmen-Meßvorschrift

Frühere Ausgaben

DIN 45635 Teil 30: 04.81

Änderungen

Gegenüber DIN 45635 Teil 30/04.81 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Berechnung des Meßflächeninhalts geändert;
- b) Anwendung der Norm auch für Trockentransformatoren.

Internationale Patentklassifikation

G 01 H
H 01 F 27/00

Harmonisierungsdokument Harmonization Document Document d'Harmonization

HD 399 S2

Februar 1991

DK 554.6:621.314.21:534.835.46

Deskriptoren: Transformator, Drosselspule, Geräusch, Geräuschmessung

Deutsche Fassung

Bestimmung der Geräuschpegel von Transformatoren und Drosselspulen (IEC 551: 1987, modifiziert)

Determination of transformer
and reactor sound levels
(IEC 551: 1987, modified)

Détermination des niveaux debruits des
transformateurset des bobines
d'inductance
(IEC 551: 1987, modifiée)

Dieses Harmonisierungsdokument wurde von CENELEC am 1990-06-11 angenommen. Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen für die Übernahme dieses Harmonisierungsdokumentes auf nationaler Ebene festgelegt sind.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Übernahmen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Zentralsekretariat oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Dieses Harmonisierungsdokument besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch).

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, der Schweiz, Spanien und dem Vereinigten Königreich.

CENELEC

EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR ELEKTROTECHNISCHE NORMUNG
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Électrotechnique

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

Vorwort

Das CENELEC-Fragebogenverfahren zur unveränderten Annahme der Internationalen Norm IEC 551: 1987 ergab, daß für die Annahme als Europäische Norm einige gemeinsame CENELEC-Abänderungen notwendig waren. Das Bezugsdokument, mit den vom CENELEC Technischen Komitee TC 14 ausgearbeiteten gemeinsamen Abänderungen, wurde den CENELEC-Mitgliedern zur formellen Abstimmung vorgelegt.

Der Text des Entwurfs wurde von CENELEC am 11. Juni 1990 als HD 399 S2 genehmigt.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum der Ankündigung
des HD auf nationaler Ebene (doa): 1990-12-01
- spätestes Datum der Veröffentlichung
einer neuen harmonisierten
nationalen Norm (dop): 1991-06-01
- spätestes Datum für die Zurückziehung
entgegenstehender nationaler Normen (dow): 1991-06-01

Inhalt

Abschnitt	Seite
1 Anwendungsbereich	3
2 Begriffe	3
3 Meßgeräte	4
4 Meßbedingungen	4
5 Messung der Schalldruckpegel	4
6 Berechnung des Meßflächen-Schalldruckpegels und des Schalleistungspegels	7
7 Meßbericht	9
Bilder	10
Anhang A: Eignungsprüfung der Meßumgebung	19

Auf die folgenden IEC-Publikationen wird in dieser Norm Bezug genommen:

Publikations-Nrn.	76:	Power transformers
	76-1 (1976):	Part: General
	289 (1968):	Reactors
	651 (1979):	Sound level meters
	726 (1982):	Dry-type power transformers

Weitere zitierte Norm:

ISO Standard 3746 (1979):	Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources – Survey method
---------------------------	--

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt die Verfahren fest, mit denen die Geräuschpegel von Transformatoren, Drosselspulen und ihren zugehörigen Kühlanlagen im Herstellerwerk zu bestimmen sind, damit die Übereinstimmung mit festgelegten Anforderungen nachgewiesen und die Kennwerte des bei Betrieb abgestrahlten Luftschalls bestimmt werden können.

Diese Norm gilt für Geräuschmessungen vornehmlich in den Herstellerwerken, da die Meßbedingungen am Aufstellungsort wegen der Nähe anderer Objekte, fremder Umgebungsgeräusche usw. sehr unterschiedlich sein können. Dennoch können die gleichen hier angegebenen allgemeinen Richtlinien auch bei Messungen am Aufstellungsort angewendet werden.

In den Fällen, in denen am Prüffeld des Herstellers eine zum vollen Erregen von Drosselspulen ausreichende Leistung zur Verfügung steht, sind bei Drosselspulen die gleichen Verfahren wie für Transformatoren anzuwenden. Derartige Messungen sind zwischen Hersteller und Abnehmer zu vereinbaren. Als Alternative können die Messungen bei geeigneten Bedingungen auch am Aufstellungsort durchgeführt werden.

Die Verfahren gelten für Transformatoren und Drosselspulen nach IEC 76, 726 und 289 ohne weitere Begrenzung der Baugröße oder Spannung und einschließlich ihrer üblichen Hilfseinrichtungen insoweit, als sie die Meßergebnisse beeinflussen.

Obwohl sich der folgende Text nur auf Transformatoren bezieht, gilt er gleichermaßen für Drosselspulen. Bei Drosselspulen ist jedoch zu beachten, daß die Messung „nicht im Leerlauf“ durchgeführt werden kann, da der von einer Drosselspule aufgenommene Strom abhängig von der angelegten Spannung ist.

Diese Norm dient als Grundlage zur Berechnung von Schalleistungspegeln.

Die Meßverfahren und die im Anhang A angegebene Eignungsprüfung der Meßumgebung sind in Übereinstimmung mit ISO 3746. Die Messungen nach der vorliegenden Norm führen zu Standardabweichungen ≤ 3 dB.

2 Begriffe

Für diese Norm gelten die folgenden Begriffe:

2.1 Schalldruckpegel L_p

Das in Dezibel angegebene 20fache des Logarithmus zur Basis 10 vom Verhältnis des Schalldrucks zum Bezugsschalldruck.

Anmerkung: In dieser Norm werden A-bewertete Werte von L_p benutzt: L_{pA} = A-bewerteter Schalldruckpegel. Der Bezugsschalldruck ist 20 μ Pa.

2.2 A-bewerteter Meßflächen-Schalldruckpegel $\overline{L_{pA}}$

Der in Dezibel angegebene, nach Abschnitt 6 über die Meßfläche gemittelte A-bewertete Schalldruckpegel.

2.3 Schalleistungspegel L_W

Das in Dezibel angegebene 10fache des Logarithmus zur Basis 10 vom Verhältnis einer gegebenen Schalleistung zur Bezugsschalleistung.

Anmerkung: In dieser Norm werden A-bewertete Werte von L_W benutzt: L_{WA} = A-bewerteter Schalleistungspegel. Die Bezugsschalleistung ist 1 pW ($= 10^{-12}$ W).

2.4 Schallspektrum

Das Schallspektrum beschreibt die Pegelverteilung innerhalb des interessierenden Frequenzbereiches. Hierzu werden die Schallpegel in aneinander anschließenden Frequenzbändern, z. B. in Oktav-, Terz- oder Schmalbändern, bestimmt.

Anmerkung: Das Verfahren zur Bestimmung der Schallspektren ist in Anmerkung 4 zu Abschnitt 5.2 angegeben.

2.5 Bezugsfläche

Die Bezugsfläche ist eine gedachte Fläche, die den Transformator oder die Kühlanlage umschließt und von der angenommen wird, daß sie das Geräusch abstrahlt.

Anmerkung: Das Verfahren zur Bestimmung der Bezugsfläche für die verschiedenen Kühlanlagen ist in Abschnitt 5.2 angegeben.

2.6 Meßpfad

Der Meßpfad ist eine horizontale Linie, die sich in einem bestimmten Abstand von der Bezugsfläche befindet und auf der die Meßpunkte liegen.

Anmerkung: Das Verfahren zur Bestimmung des Meßpfades für die verschiedenen Kühlanlagen ist in Abschnitt 5.2 angegeben.

2.7 Meßfläche

Die Meßfläche ist eine gedachte Fläche vom Inhalt S, die die Schallquelle umhüllt und auf der die Meßpunkte liegen.

Anmerkung: Die Verfahren zur Bestimmung dieses Meßflächeninhalts sind in Abschnitt 6.2 angegeben.

2.8 Meßabstand

Der Meßabstand ist der Abstand zwischen der Bezugsfläche und der Meßfläche.

2.9 Fremdgeräusch

Das Fremdgeräusch ist der A-bewertete Schalldruckpegel an jedem Meßpunkt unter den in Abschnitt 5.1 angegebenen Bedingungen, wobei die Schallquelle außer Betrieb ist.

3 Meßgeräte

Die Messungen müssen mit einem Schallpegelmesser vom Typ 1 nach IEC 651 durchgeführt werden.

Unmittelbar vor und nach jeder Messung ist eine akustische Prüfung der Meßeinrichtung unter Benutzung einer kalibrierten Schallquelle durchzuführen.

Die Meßgeräte sind nach ISO 3746 zu kalibrieren.

4 Meßbedingungen

4.1 Meßumgebung

Im Idealfall sollte die Meßumgebung frei sein von reflektierenden Gegenständen ausschließlich des reflektierenden Bodens, so daß der Prüfling in ein Freifeld über einer reflektierenden Ebene abstrahlt. Für die Messungen nach dieser Norm geeignete Meßumgebungen müssen die Bedingungen des Anhangs A erfüllen.

4.2 Betriebszustand des Prüflings während der Messung

Für die Messungen am Transformator mit und ohne seine Kühlanlage muß der Transformator unbelastet sein und mit sinusförmiger oder praktisch sinusförmiger Bemessungsspannung und Bemessungsfrequenz erregt werden und der Stufenschalter – falls vorhanden – auf der Hauptanzapfung stehen. Die Spannung ist nach IEC 76-1, Abschnitt 8.5, zu messen.

Ist der Transformator mit einem Stufenschalter mit Überschaltdrosselspule ausgerüstet, bei dem die Überschaltdrosselspule bei verschiedenen Stufenschalterstellungen dauernd erregt sein kann, müssen die Messungen bei einer Stufenschalterstellung durchgeführt werden, bei der diese Bedingung erfüllt ist und die möglichst nahe bei der Hauptanzapfung liegt. Die Erregerspannung ist dieser Stufenschalterstellung anzupassen.

Anmerkung 1: Wenn vorgesehen ist, den Transformator unter besonderen Bedingungen zu betreiben (insbesondere mit Spannungseinstellung bei veränderlichem Fluß), kann vereinbart werden, die Geräuschpegel auf einer anderen als der Hauptanzapfung (oder mit einer anderen als der Bemessungsspannung an einer Wicklung ohne Anzapfungen) zu messen. Dies sollte dann im Ergebnisbericht der Schallpegelmessung klar zum Ausdruck kommen.

Anmerkung 2: Die Geräuschmessung sollte bei Großtransformatoren zweckmäßigerweise erst einige Minuten nach dem Einschalten des Prüflings erfolgen.

4.3 Meßgrößen

Die A-bewerteten Schalldruckpegel sind für den Transformator und die Fremdgeräuschquellen zu messen. Um Meßfehler infolge von Störeinflüssen zu vermeiden, ist am Meßgerät die Einstellung „schnelle Anzeige“ zu wählen.

5 Messung der Schalldruckpegel

5.1 Messen des Fremdgeräusches

Der A-bewertete Schalldruckpegel des Fremdgeräusches ist unmittelbar vor und nach der Messung am Transformator zu messen.

Falls der Fremdgeräusch-Schalldruckpegel deutlich unter dem Schalldruckpegel des Transformators einschließlich Fremdgeräusch liegt (Differenz ≥ 10 dB), brauchen die Messungen des Fremdgeräusches nur an einer Meßstelle durchgeführt zu werden. In diesem Fall ist keine Korrektur des gemessenen Geräuschpegels des Prüflings erforderlich.

Ist die Differenz in dB zwischen dem Schalldruckpegel des Transformators einschließlich Fremdgeräusch und dem Fremdgeräusch-Schalldruckpegel allein kleiner als 10 dB, aber nicht kleiner als 3 dB, so ist eine Korrektur nach Abschnitt 5.3, Tabelle 1, vorzunehmen. In diesen Fällen ist der Fremdgeräuschpegel an jedem Meßpunkt zu bestimmen.

Anmerkung 1: Wenn insgesamt mehr als 10 Meßpunkte vorliegen, ist es zulässig, den Fremdgeräusch-Schalldruckpegel nur an 10 gleichmäßig um den Transformator verteilten Meßpunkten zu messen.

Ist die Differenz kleiner als 3 dB, dann wird die Prüfung nicht anerkannt, es sei denn, der Summenpegel von Fremd- und Transformatorgeräusch liegt unter dem verbindlich angegebenen Wert. In einem derartigen Fall werden auch kleinere Differenzen akzeptiert, wobei der Summenpegel vermindert um 3 dB als oberer Wert des Schalldruckpegels dieser Meßstelle angesehen werden kann. Diese Meßbedingung ist im Prüfbericht anzugeben.

Anmerkung 2: Die Differenz zwischen dem Fremdgeräusch- und dem Summengeräuschpegel sollte möglichst 6 dB nicht unterschreiten, obwohl nach der vorliegenden Norm kleinere Werte zulässig sind.

Die Höhe(n) des Mikrophons (der Mikrophone) sind bei den Fremdgeräuschmessungen die gleichen wie bei der Messung des Transformatorgeräusches. Die Fremdgeräuschmessungen sind an Punkten des Meßpfades (der Meßpfade) vorzunehmen.

5.2 Messen des Transformator-Schalldruckpegels

Die folgenden Meßverfahren gelten für die verschiedenen Arten der Kühleinrichtungen. Es wird unterschieden, ob die Kühlanlage mehr oder weniger als 3 m von der Bezugsfläche des Transformatorbessels entfernt ist. Auch ermöglichen sie, die Schalleistungspegel der gesamten Anlage zu bestimmen.

Obwohl sich der Text der Abschnitte 5.2.2 und 5.2.3 nur auf Luftkühlung bezieht, sind die gleichen der dort angegebenen Grundregeln auch auf die Messungen an Transformatoren mit Wasserkühlern anzuwenden.

Anmerkung 1: Bei bestimmten Geräten kann es notwendig sein, Meßbedingungen (Höhe des Meßpfades und sein Abstand zum Prüfling) zu verwenden, die von den nachstehend angegebenen abweichen.

Diese besonderen Meßbedingungen sollten mit den entsprechenden Normen, falls vorhanden, übereinstimmen oder zwischen Hersteller und Abnehmer vereinbart werden.

Bei Transformatoren mit horizontalen Hochspannungsdurchführungen wird der Meßpfad durch die Sicherheitsabstände bestimmt. Er ist in diesem Fall an die Grenze des Gefahrenbereichs zu legen (siehe Abschnitt 6.2 e)).

Anmerkung 2: Bei Verwendung von Speichergeräten mit Mittelwertbildnern und kurzer Meß- und Registrierzeit kann das Meßmikrophon zwecks Erzielung einer Mittelwertaufzeichnung der Meßgeräte zur Bestimmung des Meßflächen-Schalldruck-Pegels mit gleichbleibender Geschwindigkeit kontinuierlich auf dem Meßpfad um den Transformator und/oder die Kühlanlage geführt werden. Die Anzahl der dabei aufgenommen Meßwerte darf nicht kleiner sein als die Anzahl der Meßpunkte auf der Meßumfangsline.

Anmerkung 3: In den Bildern mit typischen Meßpunktanordnungen ist der Abstand zwischen den Meßpunkten mit D bezeichnet.

Anmerkung 4: Zur Bestimmung des Immissions-Schalldruckpegels ist in vielen Fällen die Kenntnis des Schalleistungsspektrums des Transformators erforderlich. Bei seiner Bestimmung ist analog den Abschnitten 5.2.1 bis 5.2.4 zu verfahren. Die Messungen werden je nach Verwendungszweck in Oktav-, Terz- oder Schmalbandbreiten durchgeführt. Die an jedem Meßpunkt aufgenommenen Schallspektren sind zu mitteln und als Schalleistungsspektrum anzugeben. Das Meßverfahren ist zwischen Hersteller und Abnehmer zu vereinbaren. Schallspektren mit geringer Bandbreite von z. B. ≤ 5 Hz sind besonders dann von Vorteil, wenn der Schalldruckpegel des Transformators nicht wesentlich höher ist als der des Umgebungspegels. Aus den spektralen Leistungspegeln L_{WAi} der doppelten Netzfrequenz und deren Vielfachen läßt sich durch Pegeladdition der A-bewertete Schalleistungspegel L_{WA} des Transformators nach folgender Gleichung bestimmen:

$$L_{WA} = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^{i_{\max}} 10^{0,1 L_{WAi}} \right) \text{ in dB.}$$

5.2.1 Transformatoren mit Luftkühlanlagen ohne Ventilatoren sowie Transformatoren mit Luftkühlanlagen mit Ventilatoren, die in einem Abstand ≥ 3 m von der Bezugsfläche des Bessels aufgestellt sind. Trockentransformatoren in Gehäusen und Trockentransformatoren mit Ventilatoren innerhalb des Gehäuses.

Messungen am Transformator allein erfolgen in Übereinstimmung mit diesem Abschnitt 5.2.1. Messungen an Luftkühlanlagen mit Ventilatoren erfolgen nach Abschnitt 5.2.3.

Die Bezugsfläche des Transformators ergibt sich durch vertikale Verschiebung einer den Transformator umschließenden horizontalen Linie vom höchsten Punkt des Besseldeckels (ausschließlich Durchführungen, Dömen und anderer oberhalb des Besseldeckels angeordneter Zubehörteile) bis zum Besselboden (siehe Bild 1). Die Bezugsfläche muß angebaute Kühlanlagen, Besselversteifungen und Hilfseinrichtungen, wie Kabelkästen, Stufenschalter usw., einschließen und alle Ventilatoren ausschließen. Herausragende Teile, wie Durchführungen, Ölleitungen, Ölausdehnungsgefäße, Besselunterbauten, Rohrleitungsarmaturen und andere Nebenteile, sind ebenfalls ausgeschlossen.

Der Meßpfad hat einen Abstand von 0,3 m von der so festgelegten Bezugsfläche.

Bei Transformatoren mit einer Besselhöhe $< 2,5$ m verläuft der Meßpfad auf einer horizontalen Ebene in halber Besselhöhe.

Bei Transformatoren mit einer Besselhöhe $\geq 2,5$ m sind zwei Meßpfade auf horizontalen Ebenen $1/3$ und $2/3$ der Besselhöhe vorzusehen.

Bei getrennt aufgestellten Luftkühlanlagen mit Ventilatoren braucht wegen des großen Abstands zwischen dem Meßpfad und der Kühlanlage bei der Festlegung der Meßpunkte die Kühlanlage nicht beachtet zu werden. Gegebenenfalls vorhandene Ölpumpen und Ventilatoren müssen während der Messung am Transformator außer Betrieb sein.

Mindestens 6 Meßpunkte sind in annähernd gleichen Abständen von nicht mehr als 1 m voneinander anzuordnen (siehe Bild 1).

5.2.2 Transformatoren mit Luftkühlanlagen mit Ventilatoren oder mit Wasserkühlanlagen, Kühlanlagen entweder direkt am Bessel befestigt oder in einem Abstand < 3 m von der Bezugsfläche des Bessels aufgestellt (siehe Anmerkung unten).

Es sind zwei Meßreihen durchzuführen, beide mit erregtem Transformator:

1. Ventilatoren und Ölpumpen außer Betrieb;
2. Ventilatoren und Ölpumpen in Betrieb.